

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-167290

(43)Date of publication of application : 11.06.2002

(51)Int.Cl.

C04B 38/04  
B64D 33/04  
C03C 10/08  
C04B 38/06  
F02K 1/44  
F02K 1/82  
G10K 11/162  
G10K 11/16

(21)Application number : 2000-362242

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD  
UBE IND LTD

(22)Date of filing : 29.11.2000

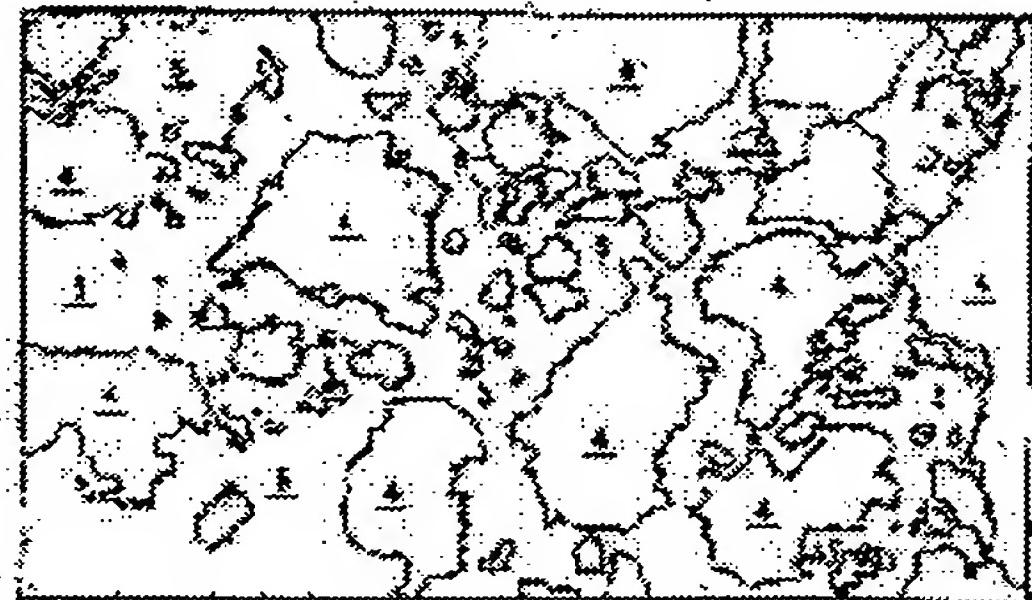
(72)Inventor : OISHI TSUTOMU  
NAKAMURA YOSHINARI  
TANAKA YOSHIZUMI  
SATO MITSUHIKO

## (54) POROUS SOUND ABSORBER AND ITS MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a porous sound-absorbing material for an exhaust pipe nozzle of a jet engine which is light-weight, heat-resistant and highly effective in absorbing noise with a wide range-frequency which is generated by the engine, and has no variation of the porosity.

**SOLUTION:** A framework of the porous sound-absorbing material is formed by an aggregate 5 with a pore 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-167290  
(P2002-167290A)

(43)公開日 平成14年6月11日 (2002.6.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 04 B 38/04  
B 6 4 D 33/04  
C 03 C 10/08  
C 04 B 38/06  
F 02 K 1/44

識別記号

F I

C 04 B 38/04  
B 6 4 D 33/04  
C 03 C 10/08  
C 04 B 38/06  
F 02 K 1/44

テ-マコ-ト<sup>\*</sup>(参考)

B 4 G 0 6 2  
5 D 0 6 1  
B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-362242(P2000-362242)

(22)出願日

平成12年11月29日 (2000.11.29)

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(71)出願人 000000206

宇部興産株式会社

山口県宇部市大字小串1978番地の96

(72)発明者 大石 勉

東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229 石川島  
播磨重工業株式会社瑞穂工場内

(74)代理人 100097515

弁理士 堀田 実 (外1名)

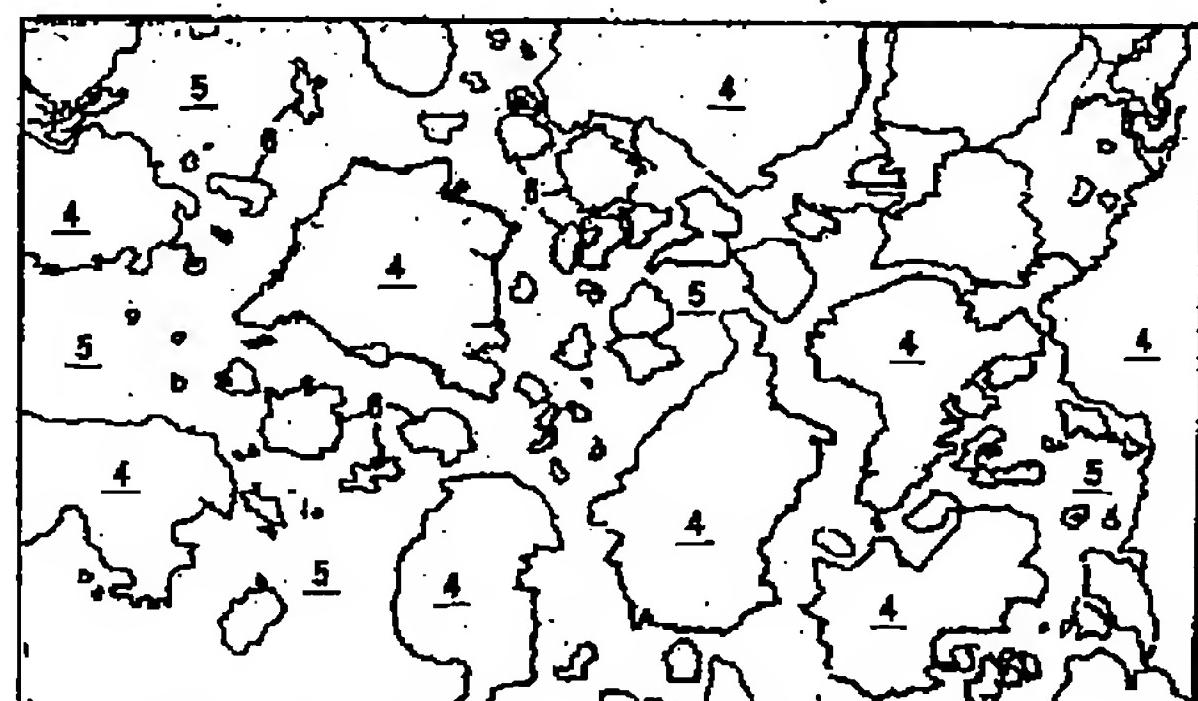
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多孔質吸音材とその製造方法

(57)【要約】

【課題】 ジェットエンジンの排気ノズル等に使用できるように軽量で耐熱性に優れ、またジェットエンジンのような広帯域の騒音に対する吸音効果の高い。気孔率にバラツキが無く安定した性能を有する多孔質吸音材を確実に製造する。

【解決手段】 気孔6を有する骨材5により骨格を形成したものである。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 気孔(6)を有する骨材(5)により骨格を形成したこと、を特徴とする多孔質吸音材。

**【請求項2】** 請求項1に記載の多孔質吸音材の気孔率が75%から85%であることを特徴とする多孔質吸音材。

**【請求項3】** 前記骨材(5)の気孔(6)は、骨材間の気孔(4)より小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載の多孔質吸音材。

**【請求項4】** 前記骨材(5)の気孔(6)の直径は50μmから100μm程度であり、前記骨材間の気孔(4)の直径は100μmから600μmであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の多孔質吸音材。

**【請求項5】** 少なくともセラミックス粉粒体と気孔形成材とを含む原料を所定の形状で形成する第一工程と、その後に、前記気孔形成材を除去する第二工程とを備えたこと、を特徴とする多孔質吸音材の製造方法。

**【請求項6】** 前記セラミックス粉粒体はガラス系セラミックスであり、前記気孔形成材は活性炭又は炭素粒子であることを特徴とする請求項5に記載の多孔質吸音材の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術の分野】** 本発明は、ジェットエンジンの排気ノズル等に用いる多孔質吸音材に係り、特に広音域の吸音効果の高い多孔質吸音材とその製造方法に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来のジェットエンジンの排気ノズル等に用いる多孔質吸音材は、図6の高温用吸音材の部分斜視図に示すように、ハニカム構造の吸音材が用いられている。このハニカム構造の吸音材は、耐熱合金のハニカム1、孔開き板2及び背面板3からなり、ヘルムホルツ共鳴器構造のリアクティブ形であり、媒体の運動に基づく壁面摩擦、運動量による損失によりエネルギーを散逸させるものである。

**【0003】** このようなハニカム構造の吸音材は、高温の排ガス(例えば700~800K以上)の排ガスにより、孔開き板2や内部のハニカム1やその背面板3が加熱されたり、大きく熱変形することがあった。例えば、孔開き板2はステンレスやアルミニウムの板からなるので、加熱により損傷や熱変形を受け、更にハニカム1とのロウ付け部が剥がれることがあった。

**【0004】** また、このような構造の吸音材では、吸音できる騒音の帯域が狭く、ジェットエンジンのような広帯域の騒音(例えば1000~3000Hz)を十分に消音できなかった。

**【0005】** そこで、耐熱性と広帯域の吸音を兼ね備えた発泡型吸音材が提案されている。この発泡型吸音材

は、図7の拡大写真に示すように、多孔質セラミックスからなる抵抗型の吸音材である(例えば、特開平10-187163号、特開平10-194864号参照)。

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】** 上記従来の特開平10-187163号の「軽量セラミックス吸音材とその製造方法」は、多孔体である発泡セラミックスと、この発泡セラミックスの表面にセラミックス繊維を含む緻密層を重ねることにより、吸音材の耐熱衝撃性と吸音性能を共に高めたものである。しかし、この吸音材は、多層に数種類の吸音材を重ねたものであるため、その製造コストが高くなるという問題を有していた。更に、この吸音材は、セラミックスを発泡させて製造するものであるため、その気孔率が一定しないため、図8の周波数特性図に示すように、吸音効果を広帯域に広げることが困難であるという問題を有していた。

**【0007】** また、特開平10-194864号の「軽量CMC吸音材とその製造方法」は、SiCウイスカーを含むアルミナ系セラミックスからなり、気孔率が80~92%の多孔体で、嵩比重を変えずに炭化珪素繊維を添加し、流れ抵抗を制御することにより、吸音率を向上させたものである。しかし、この吸音材もセラミックスを発泡させて製造するものであるため、その気孔率が一定しないため、広帯域な吸音効果が上げられないという問題を有していた。

**【0008】** 本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、ジェットエンジンの排気ノズル等に使用できるように軽量で耐熱性に優れ、またジェットエンジンのような広帯域の騒音に対する吸音効果の高い多孔質吸音材と、気孔率にバラツキが無く安定した性能を有する多孔質吸音材を確実に製造することができる製造方法を提供することにある。

**【0009】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明によれば、気孔(6)を有する骨材(5)により骨格を形成したこと、を特徴とする多孔質吸音材が提供される。本発明の多孔質吸音材は、その気孔率が75%から85%であり、また骨材(5)の気孔(6)は、骨材間の気孔(4)より小さいものである。更に、具体的には、骨材(5)の気孔(6)の直径が50μmから100μm程度であり、前記骨材間の気孔(4)の直径は100μmから600μmである。

**【0010】** 上記発明の構成では、気孔率が75%から85%におよぶ多孔質セラミックスからなる多孔質吸音材であるため、所定の吸音効果を維持しつつ、吸音材としての強度を有する。しかも、気孔の直径が約100μmから600μm程度の複数の粒子状の気孔(4)が連通するように形成した鎖状の骨材(5)と、この骨材自体(5)にも、この粒子状の気孔(4)より直径の小さ

い、直径が $50\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の気孔(6)を多数形成してあるので、ジェットエンジンのような広帯域の騒音に対する吸音効果が高くなる。

【0011】特に、本発明では、多孔質吸音材の内部を伝播する騒音の経路を、鎖状の骨材(5)間の粒子状の気孔(4)とこの骨材(5)自体に形成した多数の小気孔(6)とが、音の経路を複雑化させてるので、吸音材内部の見掛け上の音速を局所的に変化させ、広帯域の騒音に対する吸音効果が可能になっている。なお、これらの大小の気孔(4, 6)を通過するときに、起こる振動により音響抵抗が発生するが、気孔(4, 6)通過回数を大幅に増加させているので、全体的な抵抗を増大させている。

【0012】本発明の製造方法によれば、少なくともセラミックス粉粒体と気孔形成材とを含む原料を所定の形状で形成する第一工程と、その後に、前記気孔形成材を除去する第二工程とを備えたこと、を特徴とする多孔質吸音材の製造方法が提供される。

【0013】前記セラミックス粉粒体はガラス系セラミックスであり、前記気孔形成材は活性炭又は炭素粒子である。

【0014】製造方法における第一工程で、混合原材粉体を型枠に流し込み、焼結又は焼固させるが、その際、場合によっては均一で、強固な多孔質体を得るために、原料粉体に荷重を付与する中蓋を用いることがある。このような場合は、原料粉体は焼結する温度でも型枠と中蓋の隙間からの酸素の入り込みが抑制されるので、炭素粒子や活性炭でも気孔形成材として用いることができる。炭素粒子や活性炭は、気孔径に影響を及ぼすまでの体積減少はない。

【0015】上記発明の製造方法では、混入した気孔形成材を焼成等で除去することにより、気孔(4)部分を形成する方法であるため、従来のようにセラミックスを発泡させて製造する方法ではないので、一定の気孔率を有する多孔質吸音材を製造することができる。また、この製造方法では、所望の形状及び大きさの気孔(4)を有する多孔質吸音材を容易に製造することができる。そこで、吸音材としての目的に応じて、所望の気孔率を有し、広帯域な吸音効果が上げられる多孔質吸音材を容易に製造することができる。

### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、図において共通の部材には同一の符号を付し重複した説明を省略する。図1は本発明の多孔質吸音材を示す模式図である。図2は本発明の多孔質吸音材の発明の実施の形態を示す拡大写真である。図3は図2に示す多孔質吸音材の周波数特性図である。図4は本発明の多孔質吸音材の他の発明の実施の形態を示す拡大写真である。図5は図4に示す多孔質吸音材の周波数特性図である。本発明の多孔質吸音材

は、気孔率が75%から85%におよぶ多孔質セラミックスを原材料とする吸音材である。このように気孔率を75%から85%程度にしたのは、後述するような所定の吸音効果を維持しつつ、高温雰囲気で使用される吸音材としての強度を維持させるためである。

【0017】本発明の多孔質セラミックスとしては、例えばガラス系セラミックスを用いた。このガラス系セラミックスでは、BMA S ( $\text{BaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ )、MAS系( $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 又は $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ 系ガラス)等の組成のものを用いた。

【0018】この多孔質セラミックスは、直径が約 $100\text{ }\mu\text{m}$ から $600\text{ }\mu\text{m}$ の粒子状の気孔4を多数有し、かつ気孔4同士が一次元、二次元或いは三次元的に連通するように形成した一次元、二次元或いは三次元的な鎖状の骨材5からなるものである。例えば、本発明の多孔質吸音材をジェットエンジンのような広帯域の騒音材として用いるときは、この骨材5により形成される気孔4は、直径が約 $500\text{ }\mu\text{m}$ 程度になるように形成したもののが適している。

【0019】更に、本発明では、この骨材5にも、気孔径が $50\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の気孔6を多数形成してある。この気孔6は、数量的に前述した粒子状の気孔5の数倍の個数形成したものである。このように、骨材5自体に形成した $50\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の気孔6は、前述した約 $100\text{ }\mu\text{m}$ から $600\text{ }\mu\text{m}$ 程度の粒子状の気孔4と相まって、この多孔質吸音材の内部を伝播する騒音の経路を、鎖状の骨材5内において一次元、二次元或いは三次元的に連通する粒子状の気孔4と、この骨材5自体に形成した小気孔6とが、音の経路を複雑化させている。このような吸音構造は、吸音材内部の見掛け上の音速を局所的に変化させ、ジェットエンジンのような広帯域の騒音に対する吸音効果を高める作用を有する。

【0020】なお、本発明の多孔質吸音材では、これらの大小の気孔4、気孔6内を騒音が通過するときに、そこで生じる振動により音響抵抗が発生するが、気孔4, 6の通過回数を大幅に増加させているので、全体的な抵抗を増大させている。そこで、この多孔質吸音材は高い吸音効果を上げることができる。図3及び図5の多孔質吸音材の周波数特性図に示すように、従来の図8に示す発泡型吸音材の周波数特性図に比較して、広帯域の騒音に対する吸音効果が高くなっている。

【0021】次に、本発明の多孔質吸音材の製造方法を説明する。先ず、上述したようなガラス系又はアルミニナ系セラミックス粉粒体、分散剤及び有機バインダー等の一般的な原材料を用い、これらの原材料に気孔形成材を混入した原料スラリー又は、セラミックス粉粒体と気孔形成材を乾式で均一混合した混合粉体を用いる。本発明の製造方法では、この混入した気孔形成材を焼成等で除

去することにより、単に気孔率が75%から85%程度に設定できるだけではなく、所望の形状及び大きさの気孔4を正確に形成できるようになっている。

【0022】この原料スラリー又は、乾式混合粉体は、型枠に流し込み、次に、原料を脱水乾燥後、骨格形成焼成を行ない、型抜きをする（第一工程）。この第一工程により、骨材原料は、焼成又は焼固し、骨格の自立性を付与される。この型枠は、多孔質吸音材としての所定の形状にするため、その形状に応じたものである。

【0023】最後に、気孔形成材を酸化、溶剤抽出等で除去する（第二工程）。ここで用いる気孔形成材は、骨材5の気孔4部分を形成するものであり、その形状は粒状や球状にすることができる。この気孔形成材には、例え活性炭を用いることができる。第一工程において、原料粉体に荷重を付与するために中蓋を用いる場合は、型枠と中蓋との隙間から酸素の入り込みが抑制されるので炭素粒子や活性炭でも気孔形成材として用いることができる。この場合の炭素粒子や活性炭における体積減少は、気孔径に影響を及ぼす程の大きさではない。

【0024】気孔を形成するのに、気孔形成材を除去する必要がある。気孔形成材としては、この焼成後の残渣が吸音特性に影響する。残渣が少ない場合は、特に問題はない。多い場合は吸音特性が低下する。特に残渣が1\*

10

20

\* 0重量%を超えると著しく吸音特性が低下する。10重量%以下なら問題とはならない。しかしながら、吸音材の使用環境から考えると1重量%以下が好ましい。

【0025】本発明の気孔形成材としては、第一工程において、原料粉体に荷重を付与するための中蓋を用いる。気孔形成材が僅かに体積減少する程度の耐酸化性を有し、かつ、第二工程では、残渣が10重量%以下であるものが使用できる。例えば、炭素粒子、活性炭等が使用できる。

【0026】また、第一工程において、気孔形成材がほとんど体積減少せず、かつ、熱膨張係数が、骨材のそれより大きく、かつ、第二工程では、残渣が10重量%以下であるものを使用できる。例えば、NaU、NaF、KC1、KFが使用できる。

【0027】本発明の多孔質吸音材の気孔率は、75%から85%に変えて製造することができる。この気孔率は、セラミックス粉粒体、分散剤及び有機バインダー等の基本的な原材料と、気孔形成材となる活性炭の配合割合を可変することにより行う。この気孔率は、例えば次のような数式1によって計算する。

【0028】

【数1】

$$\text{気孔率} : \phi = \left( 1 - \frac{\text{多孔質材の嵩密度}}{\text{原料(緻密体)の密度}} \right) \times 100 \quad [\%]$$

【0029】また、本発明の多孔質吸音材の気孔4の直径は、次の表1（多孔質セラミックスTP製作アイテム）に示すように、例えば、活性炭の平均径を100～150μm及び550～600μmに変え、同じ気孔率※30

※で気孔4の直径だけを変えることも可能である。

【0030】

【表1】

名前	組成	気孔			
		形成材	平均径	吸音試験用TP	強度試験用TP
BMAS	$\text{BaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラスセラミックス ( $\alpha=2.0 \times 10^{-6}/\text{°C}$ )	球状炭素	150 μm	75% 80%	—
		球状炭素	600 μm	75% 80% 85%	85%
		粒状炭素	100 μm	75% 80%	—
		粒状炭素	550 μm	75% 80% 85%	85%
MAS	$\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラスセラミックス ( $\alpha=5.4 \times 10^{-6}/\text{°C}$ )	球状炭素	150 μm	—	—
		球状炭素	600 μm	—	85%
		粒状炭素	100 μm	—	—
		粒状炭素	550 μm	—	85%
MAS系	$\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ ガラス系セラミックス ( $\alpha=5.0 \times 10^{-6}/\text{°C}$ )	球状炭素	150 μm	—	—
		球状炭素	600 μm	—	85%
		粒状炭素	100 μm	—	—
		粒状炭素	550 μm	—	85%
アルミナ	$\text{Al}_2\text{O}_3(\rightarrow \text{AlPO}_4+\text{MgO})$ ( $\alpha=6 \sim 7 \times 10^{-6}/\text{°C}$ )	球状炭素	150 μm	—	—
		球状炭素	600 μm	—	85%
		粒状炭素	100 μm	—	—
		粒状炭素	550 μm	—	85%

【0031】骨材5に形成される多数の気孔6は、セラミックスが焼結する際に、原料スラリー又は乾式混合粉体に含まれている水分や小粒の気孔形成材等が蒸発した部分である。この小気孔6の直径は、ガラス系又はアルミナ系セラミックス粉粒体、分散剤、有機バインダー及び気孔形成材等の配合割合を可変することにより、所定長になるように製造することができる。

【0032】焼成後の多孔質吸音材は、更に所定の形状に切断することにより、例えば、ジェットエンジンの排

気ノズル等の所定の部材形状に適する形状にすることが可能である。

【0033】【実施例1】次に、本発明の製造方法に関する具体的な実施例1と実施例2について説明する。まず、実施例1では、骨材となる原料粉体、BMAS 100 gと、気孔形成材、100 μmの活性炭60 gとを乾式で均一に混合し、これを9 cm×9 cm×4 cmのアルミナ製の型枠に流し込み、この型枠を8.5 cm×8.5 cm×1.0 cmのアルミナ製の中蓋で閉じる。

この状態で、1300°C-2時間、大気中で焼成し、B MASを結晶化させる。その後、型枠から離型して、900°C-10時間で1度焼成して活性炭を除去する。更に、焼成体の上下を入れ替えて、2度目の焼成を900°C-10時間行った。このときの多孔質体の気孔率は80%であった。

**【0034】** [実施例2] 実施例2では、骨材となる原料粉体、B MAS 100 gと、気孔形成材、600 μm のNaF 360 gとを乾式で均一に混合し、これを9 cm×9 cm×4 cmのアルミナ製の型枠に流し込み、この型枠を8.5 cm×8.5 cm×1.0 cmのアルミナ製の中蓋で閉じる。この状態で、1300°C-2時間、大気中で焼成し、B MASを結晶化させる。その後、型枠から離型して、水洗してNaFを除去した。このとき得られた多孔質体の気孔率は85%であった。

**【0035】** なお、本発明は上記実施の形態、実施例にのみ限定されるものではなく、気孔率が75%から85%にえた多孔質吸音材の実施の形態について説明しているが、この気孔率に限定されず、吸音材に用いる目的やセラミックスの種類に応じて、75%より低く、又は85%より高くすることも可能であり、そのため本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【0036】

**【発明の効果】** 上述したように、本発明の多孔質吸音材は、一定の気孔率を有する多孔質セラミックスからなる多孔質吸音材であるため、所定の吸音効果を維持しつつ、吸音材としての所定の曲げ強度を有する。しかも、所定の大きさを有する気孔を形成する鎖状の骨材と、この骨材自体にも、これらの気孔より直径の小さい気孔を多数形成してあるので、ジェットエンジンのような広帯域の騒音に対する吸音に適している。

**【0037】** また、本発明では、多孔質吸音材の内部を伝播する騒音の経路を、鎖状の骨材における粒子状の気孔

10

\*孔とこの骨材自身に形成した気孔とが、音の経路を複雑化させているので、吸音材内部の見掛け上の音速を局所的に変化させ、広帯域の騒音に対する吸音を高めている。なお、これらの大小の気孔を通過するときに、生じる振動により音響抵抗が発生するが、気孔通過回数を大幅に増加させているので、全体的な抵抗を増大させている。

20

**【0038】** 更に、本発明の多孔質吸音材の製造方法は、混入した気孔形成材を焼成等で除去することにより、所望の形状及び大きさの気孔を有する多孔質吸音材を容易に製造することができる。従来のようにセラミックスを発泡させて製造するものではなく、一定の気孔率を有する多孔質吸音材を確実に製造できるので、吸音材としての目的に応じて、広帯域な吸音効果が上げられる多孔質吸音材を容易に製造することができる、等の優れた効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図1】** 本発明の多孔質吸音材を示す模式図である。

**【図2】** 本発明の多孔質吸音材の発明の実施の形態を示す拡大写真である。

**【図3】** 図2に示す多孔質吸音材の周波数特性図である。

**【図4】** 本発明の多孔質吸音材の他の発明の実施の形態を示す拡大写真である。

**【図5】** 図4に示す多孔質吸音材の周波数特性図である。

**【図6】** 従来の高温用吸音材を示す斜視図である。

**【図7】** 従来の発泡型吸音材を示す拡大写真である。

**【図8】** 従来の発泡型吸音材の周波数特性図である。

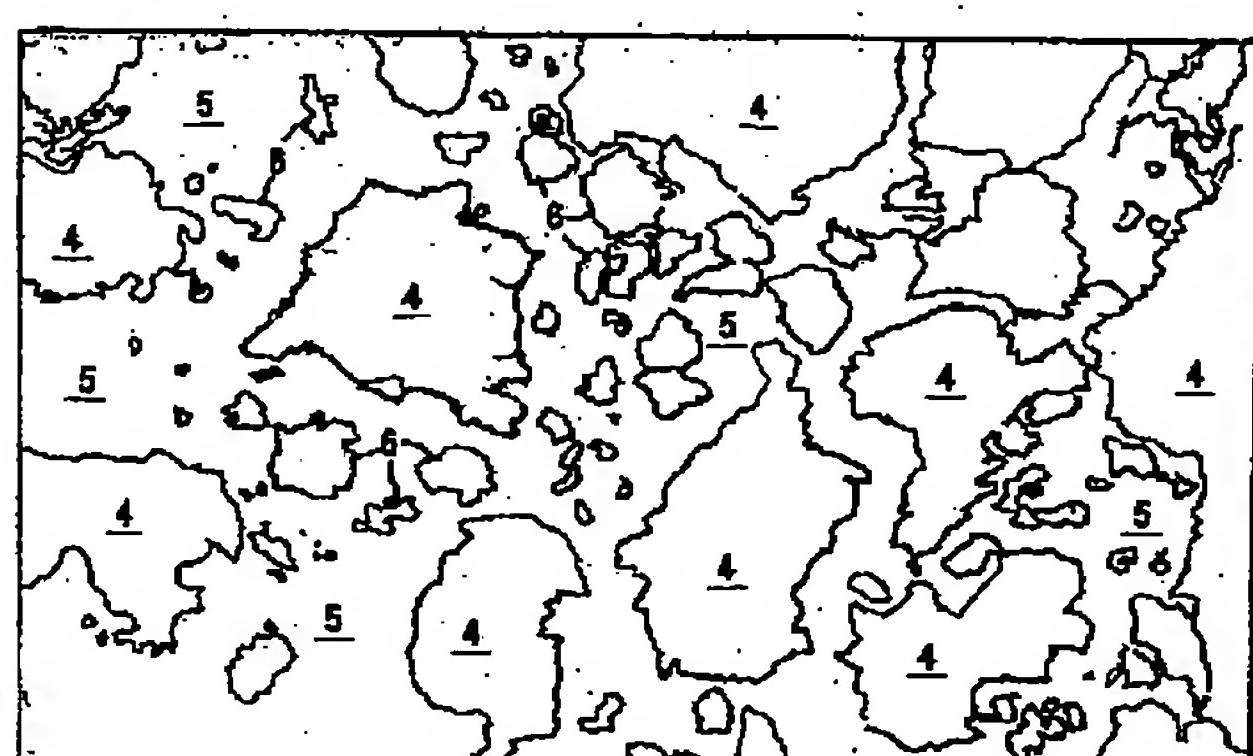
#### 【30 符号の説明】

4 骨材間の気孔

5 骨材

6 気孔

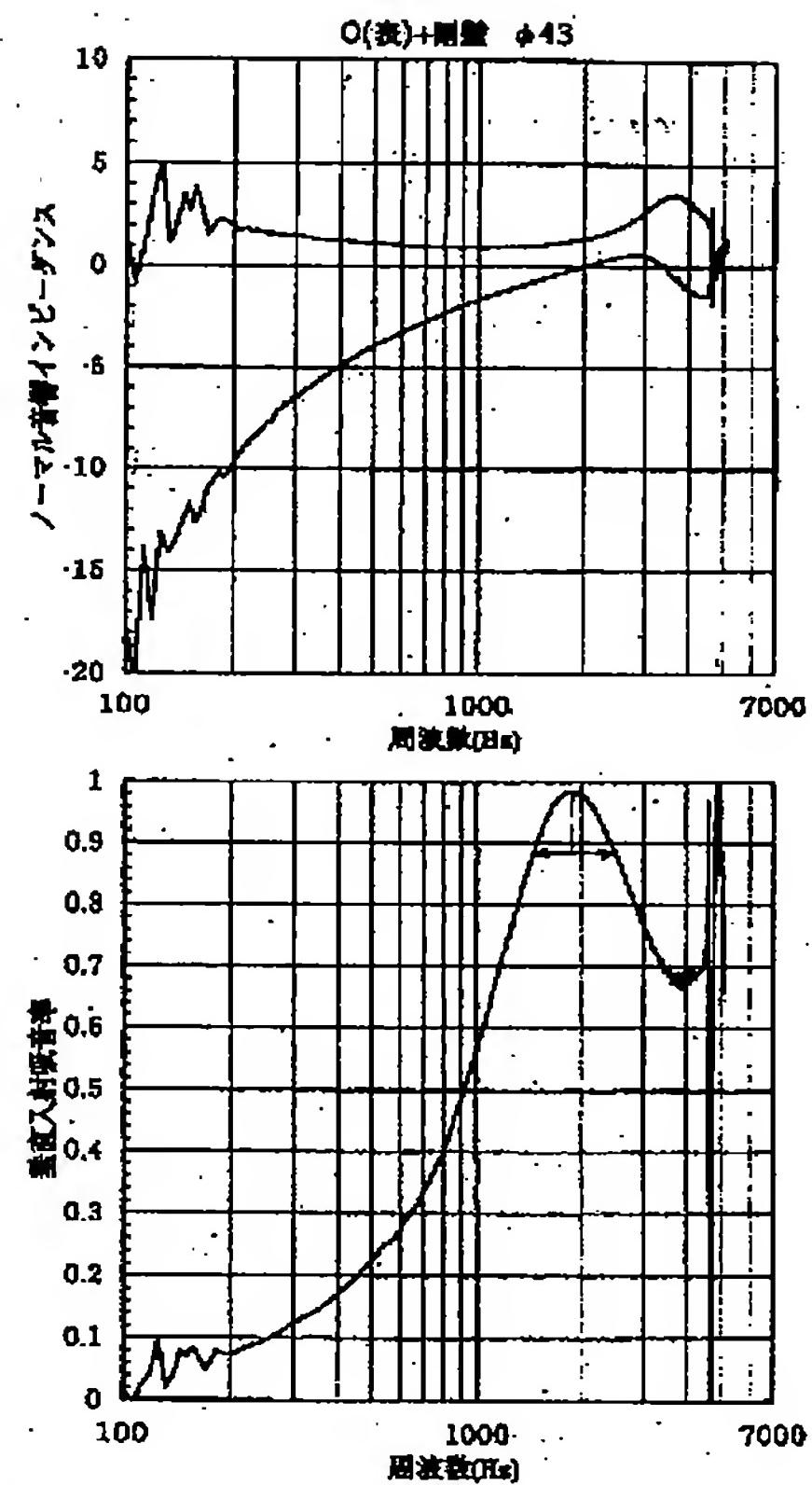
【図1】



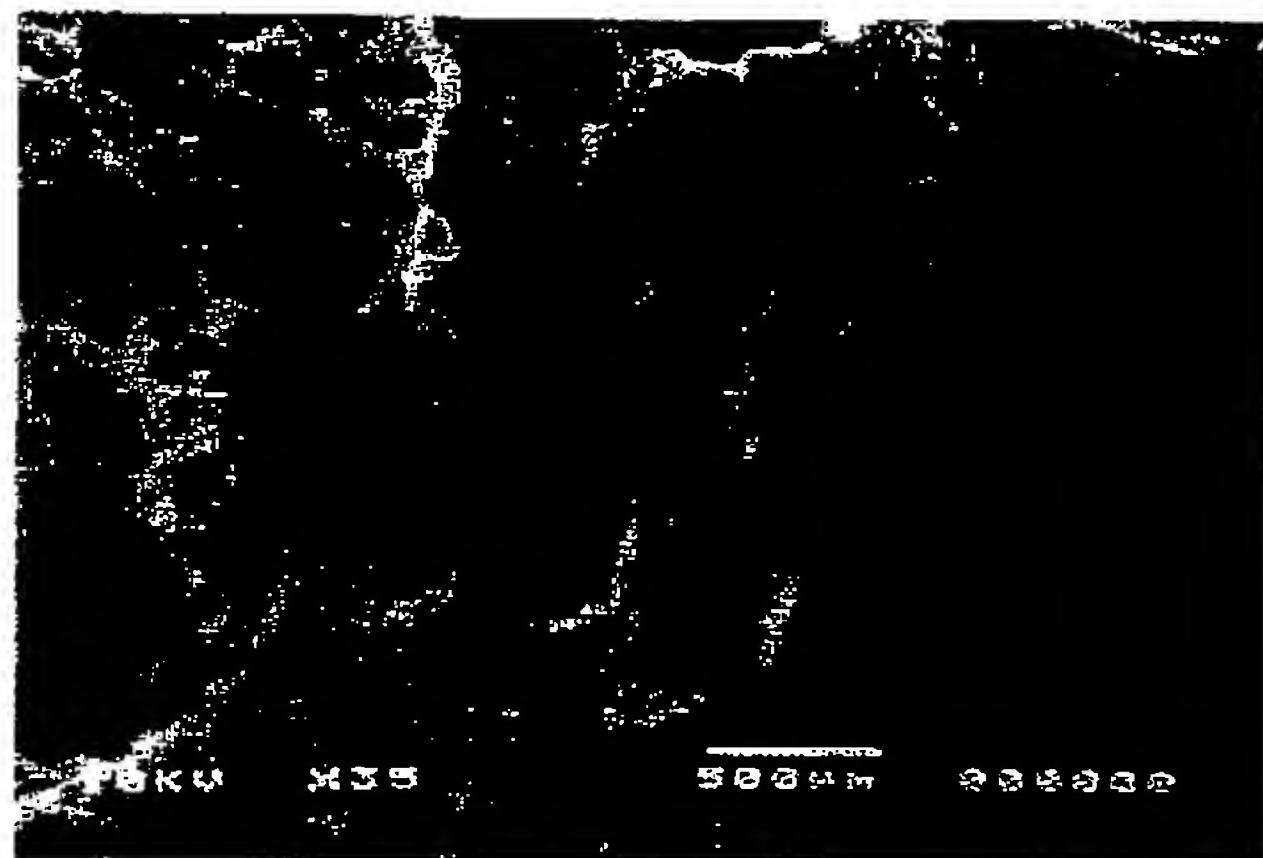
【図2】



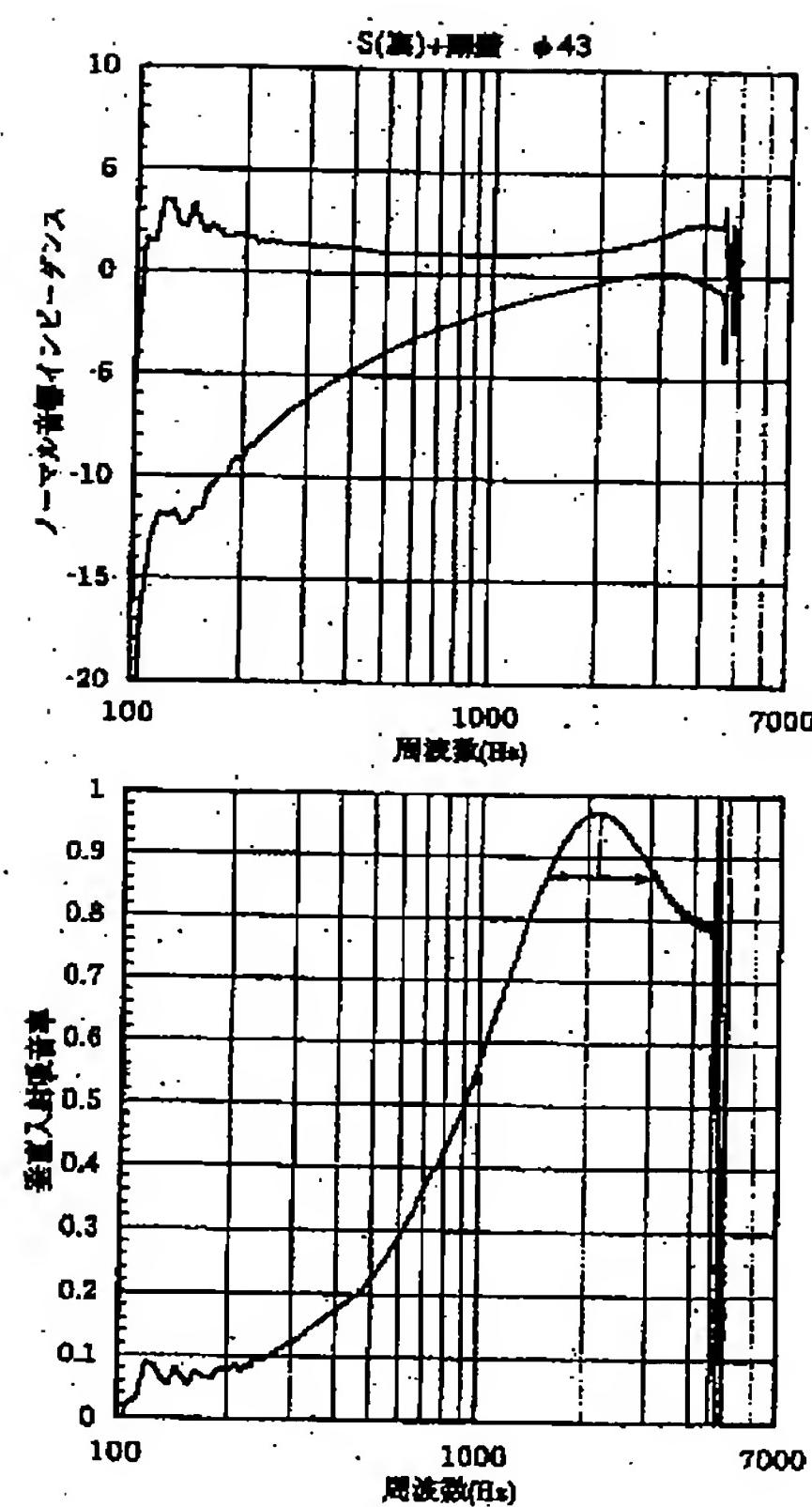
【図3】



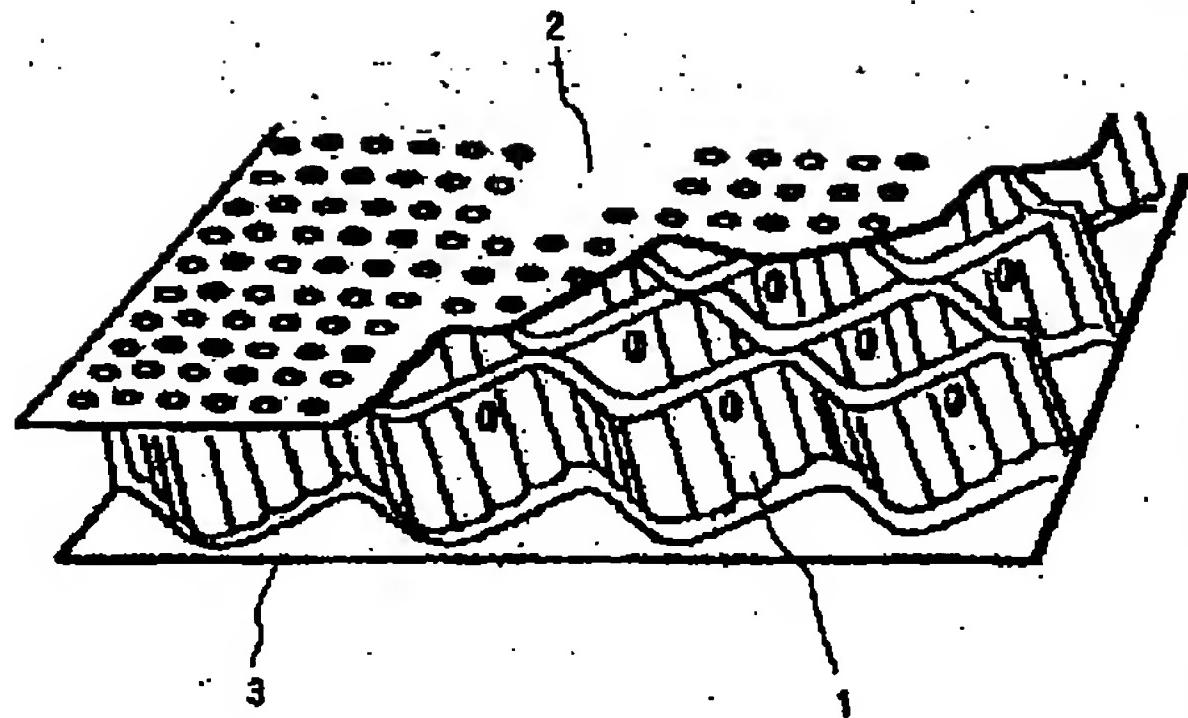
【図4】



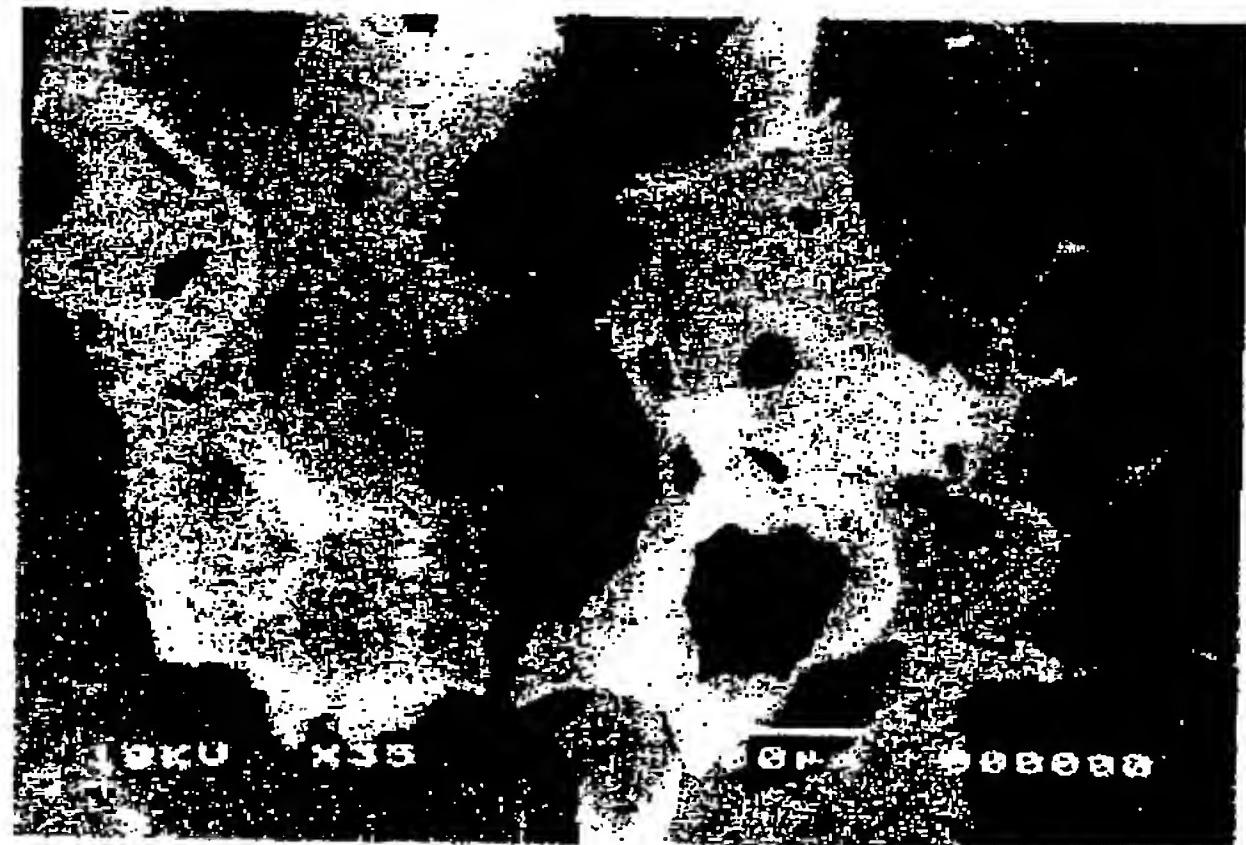
【図5】



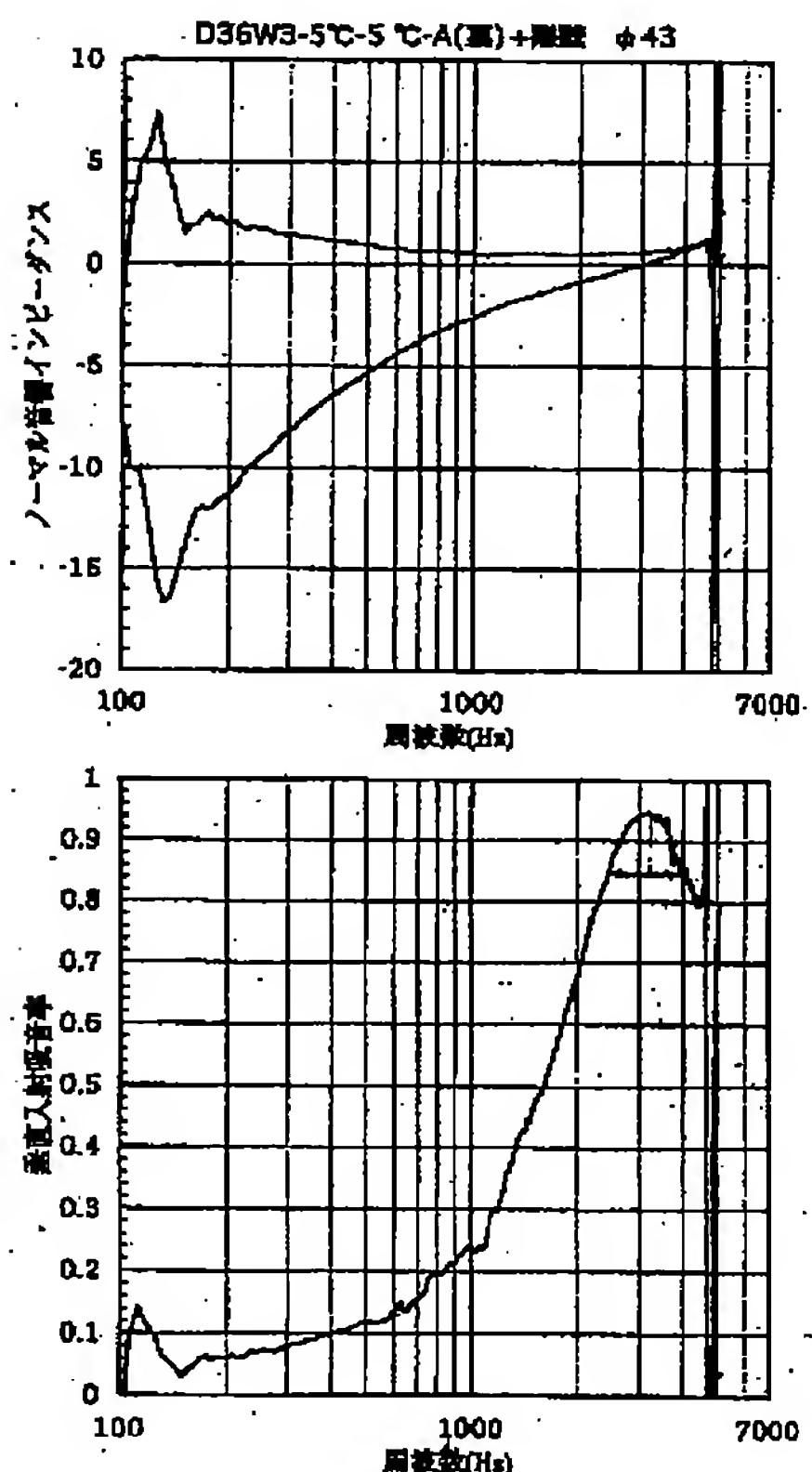
【図6】



【図7】



【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年11月29日（2000. 11. 29）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0004】また、このような構造の吸音材では、吸音できる騒音の帯域が狭く、ジェットエンジンのような広帯域の騒音（例えば1000～3000Hz）を十分に消音できなかった。

フロントページの続き

(51) Int.C1. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークコード(参考)
F 0 2 K	1/82	F 0 2 K	1/82
G 1 0 K	11/162	G 1 0 K	11/16
	11/16		A
			B
(72) 発明者 中村 良也		F ターム(参考)	4G062 AA11 AA12 BB01 BB05 BB06
東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229 石川島		CC01 CC08 CC09 DA02 DB02	
播磨重工業株式会社瑞穂工場内		DC02 DD01 DE02 DF01 EA01	
(72) 発明者 田中 吉積		EB01 EC01 ED02 EE01 EF01	
山口県宇部市大字小串1978-5 宇部興産		EG02 FA01 FA10 FB01 FC01	
株式会社内		FD01 FE01 FF01 FG01 FH01	
(72) 発明者 佐藤 光彦		FJ01 FK01 FL01 GA01 GA10	
山口県宇部市大字小串1978-5 宇部興産		GB01 GC01 GD01 GE01 HH01	
株式会社内		HH03 HH05 HH07 HH09 HH11	
		HH13 HH15 HH17 HH20 JJ01	
		JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01	
		KK03 KK05 KK07 KK10 MM01	
		NN40 QQ15	
		5D061 AA12 AA25 AA29 BB03 DD11	